

建設省工務研究所

正員 堀井 幸武
正員 ○ 松家 康夫
正員 千野 啓次

1. はじめに

新しい基礎形式である多柱式基礎は、おもにその施工性においてすぐれた水中基礎形式であるが、フーチングを高い位置に有するトッパへび一構造物であるため地震時慣性力の大きい大きな問題となってくる。そこで慣性力を減少させるため、薄いフーチングを作成することの考えられるが、そのことはフーチング剛性の低下につながり、上部構造物から伝達される荷重の各柱への荷重分担率が問題となってくる。本報告は、支持層が深く自由長の長い多列単行の多柱式基礎を、平面ラーメン解析により検討し、荷重分担や変位、応力について調査したものである。

2. 鉛直方向荷重分担率

鉛直荷重分担率に何の影響するのを探るために、フーチングの単位当たり断面二次モーメント I 、 L の自由長さ、地盤の横方向ばね定数 K_H 、 L の先端ばね定数 K_V 、 L の間隔 L を変化させてその影響を調査した。その結果、 I 、 K_V 、 L が大きく影響することになった。

図2は横軸に断面二次モーメント (図中 I 2.5 とあるのは 2.5m 厚のコンクリートフーチングによる断面二次モーメントを意味する) を取り、平均値に対していくらか分相しているのを、 L の間隔をパラメータに表示したものである。断面二次モーメントが小さいほど、すなわち L の間隔が広くなるほど荷重分担率の差が大きくなる。一般に群い効果を考慮して L の基礎においては 2.5 以上で用いられることが多いが、 L の間隔 2.5 D において分相率を平均の 10% 増減におさえるには 3m の頂版厚が必要となる。頂版厚が増えることは必要ない本数の増加につながることも多く悪循環となる。

図3は L の先端の鉛直ばね定数を、基準値 K_V の 0.5 倍、1 倍、2 倍、4 倍に変化させたものである。 L の先端が固くなると載荷点近くに荷重が集中することを表わしている。この現象は、 L の列数が多くなった場合無視しえない問題と思われる。図中弾性支承上の梁とあるのは、地盤の鉛直ばねと L の柱とを直列のばねと看做、そのばねに支えられた梁として計算した場合の荷重分担であり、平面ラーメン解析による

記号説明

h : 設計地盤面からの

L : 自由長さ

L : L の間隔

D : L の径 25m

I : 頂版単位幅りの断面

二次モーメント

K_V : L の先端ばね定数

K_H : 水平ばね定数

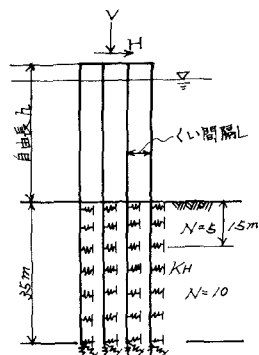


図1 解析モデル

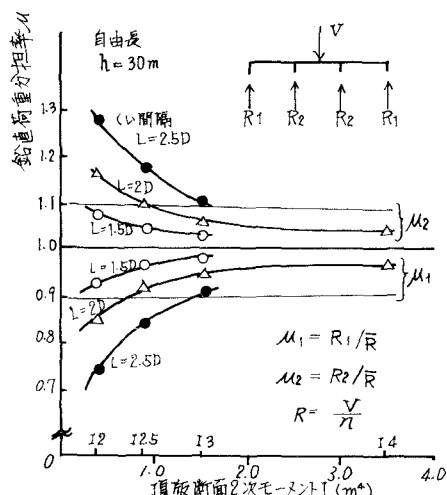


図2 鉛直荷重分担率と頂版の剛性

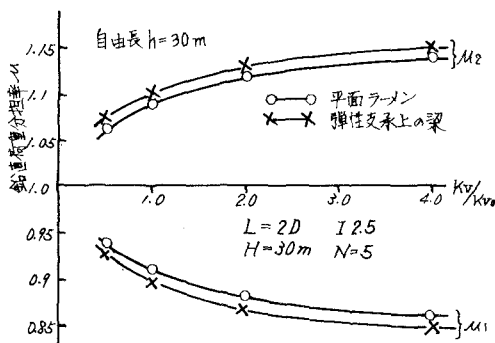


図3 L の先端ばね定数と鉛直荷重分担

場合よりも安全側にあることから、先端ばね定数の影響の調査は、この方法で行えばよいと思われる。

3. 水平方向荷重分担

断面スラストモーメント I 、くい間隔 L 、自由長 h 、水平ばね定数 K_H のいずれも影響は小さいことがわかった。図4は I を横軸にとり、 L をパラメータにしたものであり、水平方向に関して、荷重をくい本数で単純に割れば十分であることがわかる。

4. 水平力による水平変位

水平力をフーチング重心に作用させた場合の、フーチング変位 δ_1 と地盤面変位 δ_2 を調査した結果、 δ_1 にはくいの自由長 h が、 δ_2 には水平地盤ばね定数 K_H が影響し、その他はあまり影響しないことがわかった。図5は、くい自由長 h の影響を表しているが、くい頭変位 δ_1 の増加により急激に増加することになる。図中 $\times$ 印は、一般のくい基礎の設計に用いられるフーチングを剛とした場合の変位法による解であるが、平面ラメンによる解よりも小さい値となり、多柱式基礎をこの方法で解くことは危険側にあると言える。

5. 水平力による曲げモーメント

曲げモーメントについては、くい頭部 M_1 および地中部最大 M_2 を調査したが、くい間隔 L 、自由長 h 、横方向ばね定数 K_H のいずれも大きく影響した。

図6に自由長 h の影響を示す。水平変位と同じく自由長の増加に伴い M_1 、 M_2 の増加がみられ、この場合もくい基礎の変位法による解は危険側にあることがわかる。

6. おまじ

以上述べたことを簡単にまとめると次のようになる。

- (1) 鉛直荷重分担率は、頂版の断面スラストモーメント、鉛直地盤ばね定数、およびくい間隔に敏感に反応する。
- (2) 水平荷重分担率は、頂版断面スラストモーメント、くい間隔に影響されるが、鉛直方向に比べ無視できる程度である。
- (3) 平面ラメン解析による水平変位、曲げモーメントは、一般にくい基礎の変位法による値よりも大きく出る。すなわちくい基礎の変位法による値は危険側になる。

今後の課題としては、

- (1) 今回は外力としてモーメントを考慮したが、考慮する場合は、くい間隔 L が大きいほど有利となる。この要求と荷重分担の制約の接点をどこに求めるかが重要である。
- (2) 頂版の曲げモーメントには、多くの因子が影響し複雑である。モデル化の方法も含めて、より深い検討が必要である。

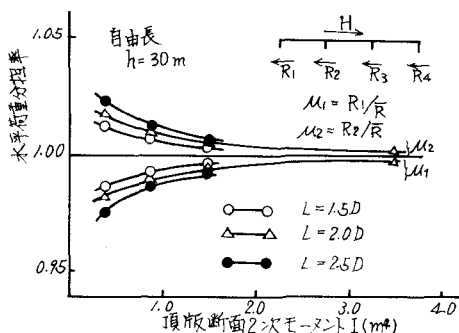


図4 水平荷重分担率と頂版の剛性

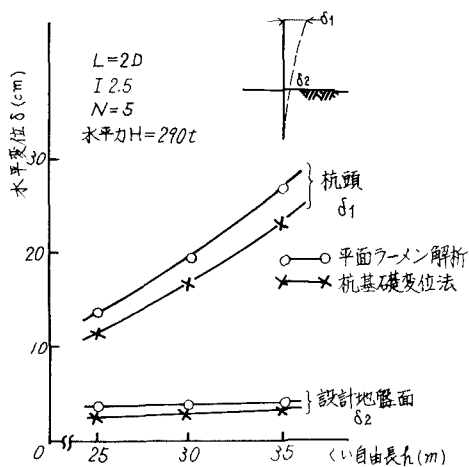


図5 水平変位とくい自由長

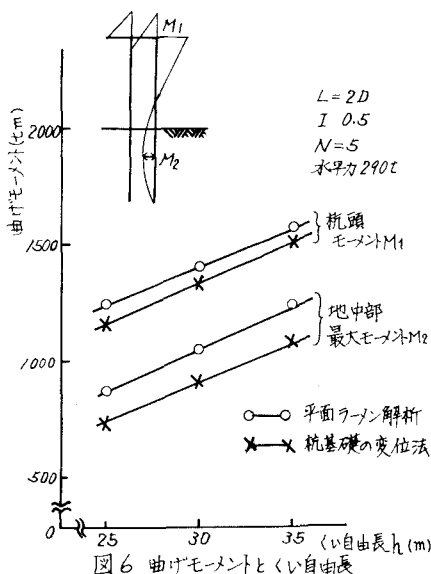


図6 曲げモーメントとくい自由長